

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat
(c) 2004 EPO. All rts. reserv.

14240885

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 10055951 A2 980224 <No. of Patents: 001>

BAKING DEVICE AND METHOD (English)

Patent Assignee: SONY CORP

Author (Inventor): YOSHIKAWA NORITSUGU

IPC: *H01L-021/027;

Language of Document: Japanese

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
JP 10055951	A2	980224	JP 96212753	A	960812 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 96212753	A	960812
-------------	---	--------

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-55951

(43) 公開日 平成10年(1998) 2月24日

(51) Int. Cl. ⁶
H01L 21/027

識別記号

F I
H01L 21/30

568
566

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願平8-212753

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 8 月12日

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号

(72) 発明者 吉沢 規次

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニー株式会社内

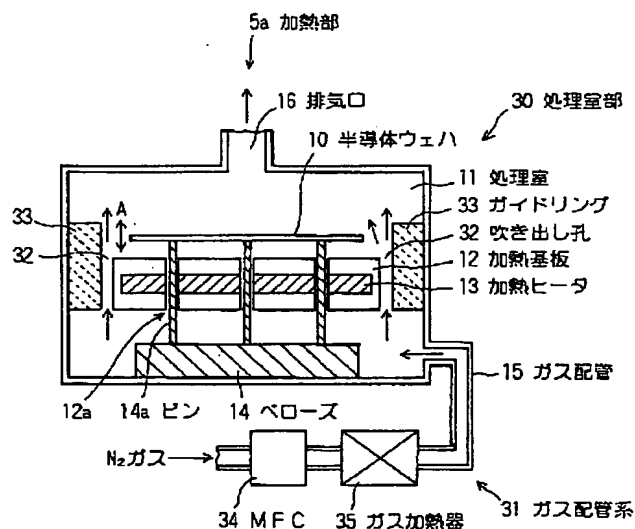
(54) 【発明の名称】 ベーキング装置およびベーキング方法

(57) 【要約】

【課題】 化学増幅型レジストを使用するレジスト工程における、P E B工程時の半導体ウェハ面内温度を均一化して面内熱履歴差異の無い熱処理を可能にするベーキング装置およびベーキング方法を提供する。

【解決手段】 P E B装置の加熱部 5 a の処理室 1 1 下方より処理室 1 1 内に導入する不活性ガスのガス配管系 3 1 にガス流量調整器 3 4 とガス加熱器 3 5 を設け、半導体ウェハ 1 0 を載置して加熱する加熱基板 1 2 周縁部より加熱基板上面側に不活性ガスを吹き出させる吹き出し孔 3 2 を設けた加熱部により、半導体ウェハ 1 0 を加熱し、その後半導体ウェハ 1 0 を P E B装置の冷却部に移動させて冷却する。

【効果】 高集積化した半導体装置の製造が可能となる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 化学増幅型レジストを塗布した被処理基板の露光後にベーキングをする、加熱部と冷却部とを有して構成されたベーキング装置において、前記加熱部の処理室下方より処理室内に導入する不活性ガスのガス配管系にガス流量調整器とガス加熱器を設け、前記処理室下方より前記処理室内に導入する前記不活性ガスを、前記被処理基板を載置して加熱する加熱基板周縁部より加熱基板上面側に吹き出させる吹き出し孔を設けた加熱部を有することを特徴とするベーキング装置。

【請求項2】 前記冷却部の処理室下方より処理室内に導入する不活性ガスのガス配管系にガス流量調整器とガス冷却器を設け、前記処理室下方より前記処理室内に導入する前記不活性ガスを、前記被処理基板を載置して冷却する冷却基板周縁部より冷却基板上面側に吹き出させる吹き出し孔を設けた冷却部を有することを特徴とする請求項1に記載のベーキング装置。

【請求項3】 前記加熱基板周縁部に設けた前記吹き出し孔は、前記加熱基板周縁部に沿って、略等しい幅を持って設けられていることを特徴とする請求項1に記載のベーキング装置。

【請求項4】 前記冷却基板周縁部に設けた前記吹き出し孔は、前記冷却基板周縁部に沿って、略等しい幅を持って設けられていることを特徴とする請求項2に記載のベーキング装置。

【請求項5】 請求項1に記載のベーキング装置を用いた、化学増幅型レジストを塗布した被処理基板の露光後のベーキング方法において、所定流量、所定温度の不活性ガスを、前記ベーキング装置の加熱部の処理室に導入する工程と、前記加熱部の加熱基板を所定温度にする工程と、前記加熱部の前記加熱基板上に前記被処理基板を載置し、所定時間熱処理する工程と、前記加熱部の前記加熱基板上の前記被処理基板を取り出し、前記ベーキング装置の冷却部の冷却基板上に載置して前記被処理基板を冷却する工程とを有すること、を特徴とするベーキング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明はベーキング装置およびベーキング方法に関し、さらに詳しくは、半導体装置の製造における、化学増幅型レジスト使用のフォトリソグラフィ工程で用いられるPEB (Post Exposure Bake) 装置と言われるベーキング装置およびベーキング方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、半導体装置の高集積化に伴い、回

路パターンを微細化する技術が要求されている。このため、フォトリソグラフィ技術にあつては、短波長の露光光源や高NAを持つ照明レンズ系による高解像度の露光装置の開発、高解像度で高感度のフォトリソグラフィ等の開発が盛んに行われている。特に、クォータミクロン程度のパターン形成には、ArFエキシマレーザやKrFエキシマレーザ等の光源を用い、化学増幅型レジストといわれるフォトリソグラフィ技術が盛んに使用されている。

【0003】 この化学増幅型レジストには、ポジ型とネガ型があり、例えばポジ型は、フェノール系樹脂に感光性酸発生剤と架橋剤若しくは溶解阻止剤が配合されているものである。このフォトリソグラフィを露光すると、感光性酸発生剤から分解生成した酸が、その後の露光後のベーク、即ちPEB (Post Exposure Bake) により拡散し、架橋剤若しくは溶解阻止剤を攻撃して離脱反応を生じせしめ、その結果フェノール系樹脂の水酸基が発現して露光部がアルカリ可溶性となる。そしてこの反応は、酸を触媒として連鎖的に進行するので、化学増幅型レジストはきわめて高感度のフォトリソグラフィとなる。

【0004】 一方、この化学増幅型レジストは、触媒となる酸が極めて微量であり、パターンニングの安定性、例えば線幅安定性は、レジスト工程での処理条件のわずかな変動や雰囲気等により大きな影響を受ける。この変動要因としては、レジスト工程のレジスト塗布、露光、露光後の雰囲気、露光後のPEB、現像等に潜んでいるが、特に露光後の雰囲気と露光後のPEBにおける要因が大である。それは、露光後の雰囲気中に僅かな塩基性物質があると、露光により発生した酸が失活して触媒としての効力を失うためである。また、露光により発生した酸を触媒とするフォトリソグラフィの化学反応は、露光後のPEBによる熱処理で促進されるもので、この熱処理条件の変動がパターンニングの変動を起こすためである。

【0005】 次に、この化学増幅型レジストを用いた従来のレジスト工程およびこのレジスト工程に使用されるPEB装置に関して、図3～図6を参照して説明する。まず、レジスト工程は、図3に示すように、半導体ウェハが収納されたウェハカセットを設置するウェハ供給部1より、半導体ウェハを一枚ずつレジスト塗布部2に自動搬送で送られる。レジスト塗布部2で半導体ウェハ上に、上述した化学増幅型レジストが塗布され、レジストが塗布された半導体ウェハは、自動搬送により、プリベーク部3に送られる。プリベーク部3でプリベークされた半導体ウェハは、露光装置4に自動搬送され、露光装置4で露光される。

【0006】 露光された半導体ウェハは、直ちにPEB装置5の加熱部5aに自動搬送され、所定温度で所定時間だけ正確に加熱され、その後ロボットアーム等で直ちに冷却部5aへ送られ冷却される。この加熱より冷却ま

での熱履歴が常に所定の熱履歴を再現しないと、パターンニングの安定性が悪くなる。冷却された半導体ウェハは、現像部 6 に自動搬送されて、フォトレジストが現像され、その後半導体ウェハを収納するウェハカセットが設置されているウェハ収納部 8 に自動搬送され、ウェハカセットに一枚ずつ収納される。

【0007】次に、このレジスト工程で使用される PEB 装置の詳細を説明する。PEB 装置は、上述した如く、加熱部 5 a と冷却部 5 b で構成されていて、露光装置 1 より自動搬送されてきた半導体ウェハは、自動搬送部と加熱部 5 a 間、加熱部 5 a と冷却部 5 b 間、冷却部 5 b と現像部 6 側の自動搬送部間をロボットアーム（図示省略）等によって移動するようになっている。このロボットアーム等の使用による半導体ウェハの迅速な移動が、半導体ウェハの所定の熱履歴を正確に再現する上で必要となる。

【0008】PEB 装置の加熱部 5 a は、図 4 に示すような構成になっている。即ち加熱部 5 a は、処理室 11 内に加熱ヒータ 13 を内蔵し、半導体ウェハを載置する加熱基板 12 と、駆動機構（図示省略）により上下移動するベローズ 14 と、このベローズ 14 の上面に設けられ、加熱基板 12 に穿設された複数個、例えば 3 個の貫通孔 12 a にそれぞれ挿通したピン 14 a とにより概略構成されている。上述したピン 14 a は、ベローズ 14 の上面の上下移動でベローズ 14 上面が最上位になった時は、ピン 14 a の上端は加熱基板 12 上面より突出する。この状態で、ロボットアーム（図示省略）による半導体ウェハ 10 の搬入搬出が行われる。

【0009】一方、ベローズ 14 の上面の上下移動で最下位になった時は、ピン 14 a の上端は貫通孔 12 a 内に没入し、ピン 14 a 上端に支持された半導体ウェハ 10 は矢印 C の下方に移動して加熱基板 12 上面に載置され、半導体ウェハ 10 の加熱処理が開始される。

【0010】なお、ベローズ 14 の上面に設けられ 3 個のピン 14 a は、加熱基板 12 に半導体ウェハ 10 を載置した上面図である図 5 に示すように、半導体ウェハ 10 周縁部の内側の同心円上に等間隔で設け、半導体ウェハ 10 を安定に支えられるようになっている。また、処理室 11 内には、塩基性物質を含まない不活性ガス、例えば N₂ がガス配管 15 より常時導入され、ガス排気口 16 より排出されている。

【0011】一方、PEB 装置の冷却部 5 b は、図 6 に示すように、処理室 21 内に、冷却水が流れる中空部 23 を持ち、この中空部 23 には冷却水の配管 24 が接続する冷却基板 22 と、駆動機構（図示省略）により上下移動するベローズ 25 と、このベローズ 25 の上面に設けられ、冷却基板 22 に穿設された複数個、例えば、3 個の貫通孔 22 a にそれぞれ挿通した 3 個のピン 25 a とにより概略構成されている。ベローズ 25 上面に穿設したピン 25 a が冷却基板 22 上面より突出した状態

で、ロボットアームにより送られてきた、加熱された半導体ウェハ 10 がピン 25 a 上端に載置され、ベローズ 25 の下方への移動により、半導体ウェハ 10 は矢印 D の下方に移動して冷却基板 22 上に載置され、冷却開始状態となる。また、処理室 21 内には、塩基性物質を含まない不活性ガス、例えば N₂ がガス配管 26 より常時導入され、ガス排気口 27 より排出されている。

【0012】上述した加熱部 5 a と冷却部 5 b とで構成される PEB 装置により、所定の熱履歴による正確な PEB を行うことで、現像されて形成されるフォトレジストパターンの線幅安定化を図っている。

【0013】しかしながら、上述した PEB 装置では、半導体ウェハ 10 の加熱時に半導体ウェハ 10 面内の中心部と周辺部とでは温度差があり、また加熱した半導体ウェハ 10 の冷却時に半導体ウェハ 10 面内の中心部と周辺部とでの冷却速度に差がある。従って、半導体ウェハ 10 の中心部と周辺部とでは、熱履歴が異なってしまう、半導体ウェハ 10 全面を所定の熱履歴の熱処理を行わせることが困難となる。化学増幅型レジストを使用する場合は、所定の熱履歴の熱処理を正確に行わせないと、所望のパターニング精度が得られないので、上述のような半導体ウェハ 10 の面内熱履歴の差異は、パターンニングした線幅にばらつきが発生するという問題が生じる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述したベーキング装置およびベーキング方法における問題点を解決することをその目的とする。即ち本発明の課題は、化学増幅型レジストを使用するレジスト工程における、PEB 工程時の半導体ウェハ面内温度を均一化して面内熱履歴差異の無い熱処理を可能にするベーキング装置およびベーキング方法を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明のベーキング装置およびベーキング方法は、上述の課題を解決するために提案するものである。即ち本発明のベーキング装置は、化学増幅型レジストを塗布した被処理基板の露光後にベーキングをする、加熱部と冷却部とを有して構成されたベーキング装置において、加熱部の処理室下方より処理室内に導入する不活性ガスのガス配管系にガス流量調整器とガス加熱器を設け、処理室下方より処理室内に導入する不活性ガスを、被処理基板を載置して加熱する加熱基板周縁部より加熱基板上面側に吹き出させる吹き出し孔を設けた加熱部を有することを特徴とするものである。

【0016】本発明のベーキング方法は、請求項 1 に記載のベーキング装置を用いた、化学増幅型レジストを塗布した被処理基板の露光後のベーキング方法において、所定流量、所定温度の不活性ガスを、ベーキング装置の加熱部の処理室に導入する工程と、加熱部の加熱基板を

所定温度にする工程と、加熱部の加熱基板上に被処理基板を載置し、所定時間熱処理する工程と、加熱部の加熱基板上の被処理基板を取り出し、ベーキング装置の冷却部の冷却基板上に載置して被処理基板を冷却する工程とを有することを特徴とするものである。

【0017】本発明によれば、ベーキング装置の加熱部の処理室下方より、所定流量および所定温度の不活性ガスを導入し、加熱基板周縁部に設けた不活性ガスの吹き出し孔より、加熱基板上面の中央上方部に吹き出させることで、加熱基板上に載置された被処理基板の周辺部の温度低下を抑えられ、被処理基板の温度均一化が図れる。従って化学増幅型レジストを用いた微細化したパターンは、被処理基板面内での線幅バラツキがほとんど無い状態で形成でき、高集積化した半導体装置の製造が可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の具体的実施の形態例につき、添付図面を参照して説明する。なお従来技術の説明で参照した図3～図6中の構成部分と同様の構成部分には、同一の参照符号を付すものとする。

【0019】本実施の形態例は、化学増幅型レジストを使用するレジスト工程における、PEB工程のベーキング装置およびベーキング方法に本発明を適用した例であり、これを図1および図2を参照して説明する。化学増幅型レジストを使用するレジスト工程は、図3を参照して説明した従来例と同様なので説明を省略し、このレジスト工程におけるPEB工程で使用するベーキング装置およびベーキング方法を以下に説明する。

【0020】まず、PEB装置の加熱部5aは、図1に示すように、処理室部30と、処理室11内の雰囲気の不活性ガス、例えばN₂ガスの雰囲気にするために、不活性ガスを導入するガス配管系31とで概略構成されている。加熱部5aの処理室部30は、処理室11内に加熱ヒータ13を内蔵し、被処理基板、例えば半導体ウェハを載置する加熱基板12と、駆動機構（図示省略）により上下移動するベローズ14と、このベローズ14の上面に設けられ、加熱基板12に穿設された複数個、例えば3個の貫通孔12aにそれぞれ挿通したピン14aと、加熱基板12周縁部に沿って、約等しい幅、例えば約2mm幅を持って設けられる、不活性ガスの吹き出し孔32を形成するための、ガイドリング33とにより概略構成されている。

【0021】上述したピン14aは、ベローズ14の上面の上下移動でベローズ14上面が最上位になった時は、ピン14aの上端は加熱基板12上面より突出する。この状態で、ロボットアーム（図示省略）による半導体ウェハ10の搬入搬出が行われる。一方、ベローズ14の上面の上下移動で最下位になった時は、ピン14aの上端は貫通孔12a内に没入し、ピン14a上端に支持された半導体ウェハ10は矢印Aの下方に移動して

加熱基板12上面に載置され、半導体ウェハ10の加熱処理が開始状態となる。なお、ベローズ14の上面に設けられ3個のピン14aは、従来例と同様な平面的配置（図5参照）になっている。

【0022】加熱部5aのN₂ガスのガス配管系31には、流量調整器、例えばMFC（マスフローコントローラ）34とN₂ガスを加熱するガス加熱器35が設けられていて、処理室11に導入するN₂ガスのガス流量とガス温度を調整している。このN₂ガスは、処理室11の下方に設けられたガス配管15より処理室11内に導入され、加熱基板12周縁部とガイドリング33間に設けられた吹き出し孔32より加熱基板12の上方に吹き出される。ガイドリング33上面位置が加熱基板12上面位置より上方に位置するガイドリング33形状と、半導体ウェハ10中央部の上方に位置する排気口16との関係で、吹き出し孔32より吹き出されたN₂ガスの流れは、半導体ウェハ10の中央上方に向かう。従って半導体ウェハ10周辺部は、この加熱されたN₂ガスからの熱供給を受けるので、従来のような加熱基板12のみによる半導体ウェハ10の温度不均一性を補償し、半導体ウェハ10の温度均一化が可能となる。

【0023】次に、PEB装置の冷却部5bは、図2に示すように、処理室部40と、処理室21内の雰囲気を不活性ガス、例えばN₂ガスの雰囲気にするために、不活性ガスを導入するガス配管系41とで概略構成されている。冷却部5bの処理室部40は、処理室21内に、冷却水が流れる中空部23を持ち、この中空部23に冷却水の配管24が接続する冷却基板22と、駆動機構

（図示省略）により上下移動するベローズ25と、このベローズ25の上面に設けられ、冷却基板22に穿設された複数個、例えば、3個の貫通孔22aにそれぞれ挿通したピン25aと、冷却基板22周縁部に沿って、略等しい幅、例えば約2mm幅で設けられる、不活性ガスの吹き出し孔42を形成するための、ガイドリング43とにより概略構成されている。ベローズ14上面に穿設したピン25aが、冷却基板22上面より突出した状態で、ロボットアームにより送られてきた、加熱された半導体ウェハ10がピン25a上端に載置され、ベローズ25の下方への移動により、半導体ウェハ10は矢印Bの下方に移動して冷却基板22上に載置され、冷却開始状態となる。

【0024】冷却部5bのN₂ガスのガス配管系41には、流量調整器、例えばMFC（マスフローコントローラ）44とN₂ガスを冷却するガス冷却器45が設けられていて、処理室21に導入するN₂ガスのガス流量とガス温度を調整している。このN₂ガスは、処理室21の下方の設けられたガス配管26より処理室21内に導入され、冷却基板22周縁部とガイドリング43間に設けられた吹き出し孔42より冷却基板22の上方に吹き出される。ガイドリング43上面位置が冷却基板22上

面位置より上方に位置するガイドリング43形状と、半導体ウェハ10中央部の上方に位置する排気口27との関係で、吹き出し孔42より吹き出されたN₂ガスの流れは、半導体ウェハ10の中央上方に向かう。従って半導体ウェハ10周辺部は、この冷却されたN₂ガスへ熱を放出するので、従来のような冷却基板22のみによる半導体ウェハ10の温度不均一性を補償し、半導体ウェハ10の温度均一化が可能となる。

【0025】次に、上述したPEB装置5を用いたベーキング方法を説明する。半導体装置製造のレジスト工程において、半導体ウェハ10に化学増幅型レジストが塗布され、ペレベークされ、ArFエキシマレーザ露光装置等により露光された半導体ウェハ10は、自動搬送により、PEB装置5に送られる。この半導体ウェハ10は、PEB装置5部のロボットアームによって、PEB装置5部の加熱部5aに移動し、ベローズ14上面に穿設したピン14a上端に載置される。なお、図面は省略したが、半導体ウェハ10をロボットアームにより搬入搬出する搬入搬出口は、ロボットアームが半導体ウェハ10を移動させる時以外は閉じた状態となっている。

【0026】ピン14a上端に載置された半導体ウェハ10は、駆動機構（図示省略）により上下移動するベローズ14の移動で、矢印Aの下方に移動して加熱基板12上面に載置され、半導体ウェハ10の加熱処理が開始する。なお、この加熱基板12は加熱ヒータ13により、前もって所定の温度、例えば110°Cに加熱しておき、処理室11内にはガス流量とガス温度が調整されたN₂ガスが導入されている状態になっている。このガス流量としては、例えば2000sccmとし、ガス温度としては、例えば115°Cとする。

【0027】加熱基板12上面に載置された半導体ウェハ10は、所定時間、例えば90秒経過後、ベローズ14の移動で矢印Aの上方に移動して、その後直ちに、ロボットアームにより、半導体ウェハ10を捉えられてPEB装置5部の冷却部5bに移動し、ベローズ25上面に穿設したピン25a上端に載置される。ピン25a上端に載置された半導体ウェハ10は、駆動機構（図示省略）により上下移動するベローズ25の移動で、矢印Aの下方に移動して冷却基板22上面に載置され、半導体ウェハ10の冷却処理が開始する。なお、この冷却基板22は冷却水により、前もって所定の温度、例えば25°Cに設定しておき、処理室21内にはガス流量とガス温度が調整されたN₂ガスが導入されている状態になっている。このガス流量としては、例えば2000sccmとし、ガス温度としては、例えば22°Cとする。

【0028】冷却基板22上に載置された半導体ウェハ10は、半導体ウェハ10の温度が冷却されて室温程度となる時間経過後、半導体ウェハ10をロボットアームで捉えて、レジスト工程の現像部に向かう自動搬送系に送り出す。

【0029】上述したPEB工程でのベーキング装置およびベーキング方法を用いれば、化学増幅型レジストが塗布され、露光された後のベーキング工程で、半導体ウェハ10全面はほぼ同一の所定熱履歴による熱処理を受けることになり、露光により生成された酸を触媒とした、PEB工程での熱処理による化学反応は、半導体ウェハ10面内の露光された部分で均一に起こることになる。従って、パターンニングされた線幅の半導体ウェハ10面内ばらつきが、ほとんど無いパターンニングが可能となる。

【0030】なお、上述したPEB工程でのベーキング装置は、加熱部5aと冷却部5bの何れも半導体ウェハ10周辺部の温度補償のための、流量と温度を制御した不活性ガス導入方法を採用のものとしたが、冷却部5bの冷却基板22上における半導体ウェハ10の温度均一性の影響は少ないので、加熱部5aは上述した構成とし、冷却部5bは従来例の冷却部5b（図6参照）の構成としたベーキング装置であってもよい。

【0031】以上、本発明を実施の形態例により説明したが、本発明はこの実施の形態例に何ら限定されるものではない。例えば、不活性ガスとして、N₂ガスを用いたが、HeガスやN₂ガスとHeガスとの混合ガスを用いてもよい。また、被処理基板として半導体ウェハを用いて説明したが、石英やガラス等の絶縁体基板であってもよい。その他、本発明の技術的思想の範囲内で、PEB工程のプロセス条件は適宜変更が可能である。

【0032】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明のPEB工程におけるベーキング装置およびベーキング方法は、半導体ウェハ10全面がほぼ同一の所定熱履歴による熱処理を受けることになり、露光により生成された酸を触媒とした、PEB工程での熱処理による化学反応は、半導体ウェハ10面内の露光された部分で均一に起こることになる。従って、化学増幅型レジストを用いた微細化したパターンは、半導体ウェハ10面内での線幅バラツキがほとんど無い状態で形成でき、高集積化した半導体装置の製造が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を適用したPEB装置の加熱部の概略図である。

【図2】本発明を適用したPEB装置の冷却部の概略図である。

【図3】従来のレジスト工程を説明する、レジスト工程の装置のブロック図である。

【図4】従来のPEB装置の加熱部の概略図である。

【図5】従来のPEB装置の加熱部の加熱基板に半導体ウェハを載置した状態での、加熱基板の上面図である。

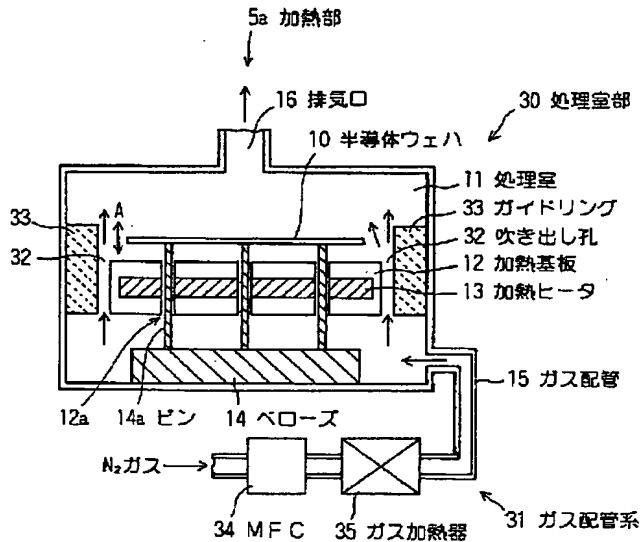
【図6】従来のPEB装置の冷却部の概略図である。

【符号の説明】

50 1…ウェハ供給部、2…レジスト塗布部、3…プリペー

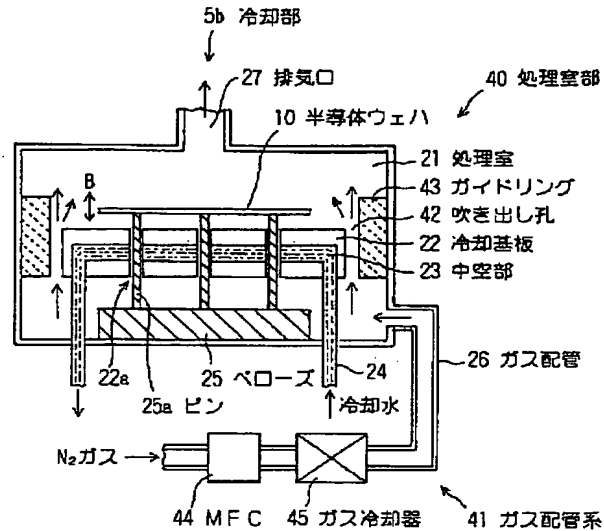
ク部、4…露光装置、5…PEB装置、5a…加熱部、5b…冷却部、6…現像部、7…ポストバーク部、8…ウェハ収納部、10…半導体ウェハ、11、21…処理室、12…加熱基板、12a、22a…貫通孔、13…加熱ヒータ、14、25…ベローズ、14a、25a…

【図1】

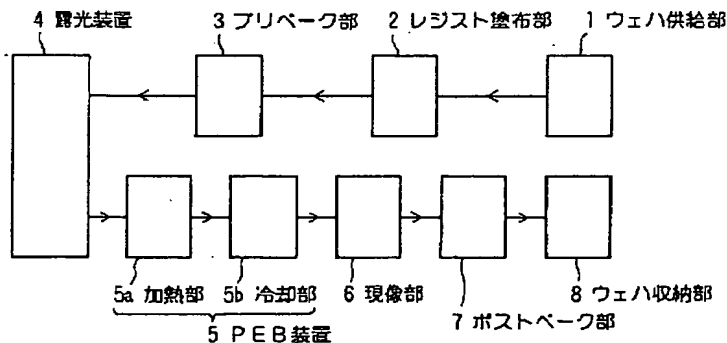


ピン、15、26…ガス配管、16、27…排気口、2…冷却基板、23…中空部、24…配管、30、40…処理室部、31、41…ガス配管系、32、42…吹き出し孔、33、43…ガイドリング、34、44…MFC、35…ガス加熱器、45…ガス冷却器

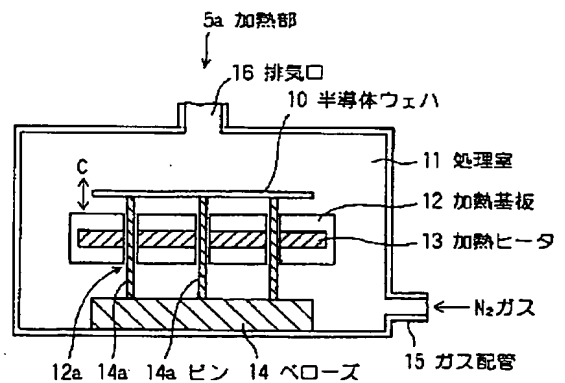
【図2】



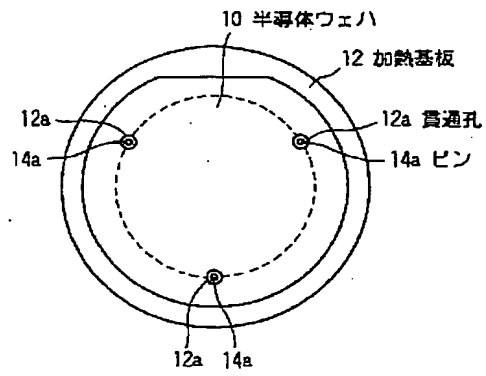
【図3】



【図4】



【図 5】



【図 6】

